

Interval *Preventive Maintenance* dengan Dasar Keandalan

Yulien Gidion Rukmana Hermanto, dan Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: gidion.rukmana@gmail.com ; yudhaprase@ie.its.ac.id

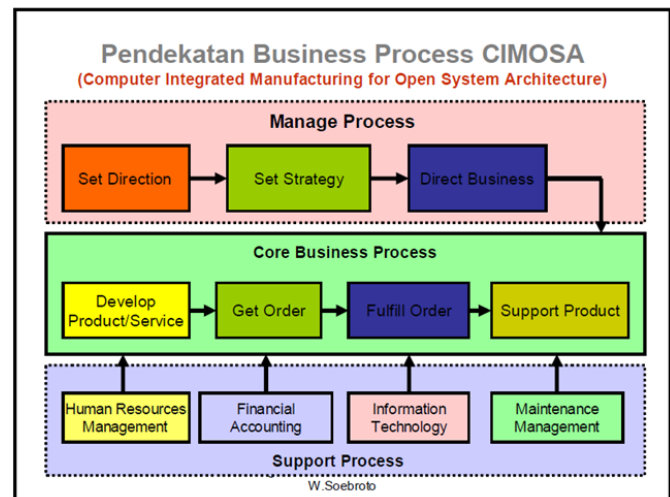
Abstrak— *Maintenance* merupakan lini support process dalam model bisnis CIMOSA. Meskipun termasuk dalam support process namun dengan penanganan yang tepat akan memberi dampak penghematan yang besar. Studi kasus dalam penelitian ini yakni *Machine Direct Order* (MDO) pada lini produksi BOPP 6. Penelitian ini memberikan dampak untuk memudahkan aktivitas *maintenance* yang tepat dengan penanganan hanya terkonsentrasi pada komponen kritis saja. PT Trias Sentosa belum melakukan *Preventive Maintenance* dengan dasar perhitungan keandalan, hal inilah yang mendasari penelitian ini untuk dilakukan. Berdasarkan data kerusakan dan pengolahan penentuan kritis, maka didapatkan bahwa komponen Nip Roll MDO 6 dan 3 memiliki karakteristik sesuai distribusi yang telah diolah dengan software Weibull++6 yakni Weibull 2 Parameter, hasil MTTF dan MTTR menjadi dasar acuan dalam pembuatan jadwal *preventive maintenance* rekomendasi. Jadwal rekomendasi awal memberikan nilai *opportunity cost* sebesar Rp 8.588.646.566,40 dan dengan integrasi *time to repair* kondisi eksisting maka *opportunity cost* dapat diperkecil menjadi Rp 1.717.729.313,28. Dasar penentuan integrasi ini yakni dari perbandingan dampak *availability* terhadap *opportunity cost* pada original MTTF dan interval perawatan eksisting. *Opportunity cost* paling minimum terjadi apabila jadwal rekomendasi awal diintegrasikan dengan nilai *time to repair* berdasarkan kondisi eksisting, hal inilah yang menjadi dasar dalam pembuatan jadwal skenario terbaru yang memiliki dampak *opportunity cost* terkecil.

Kata Kunci— *reliability, preventive maintenance, interval perawatan, availability*

I. PENDAHULUAN

Proses bisnis dapat digambarkan seperti model bisnis Computer Integrated Manufacturing for Open Architecture atau yang dikenal dengan model bisnis CIMOSA. Pada model bisnis CIMOSA ini sebuah proses bisnis terbagi dalam tiga proses diantaranya yakni manage process, core business process, dan support process. Support process yakni proses pendukung dari proses bisnis utama (core business) pada sebuah perusahaan. Tanpa adanya support process perusahaan dapat berjalan, namun tidak bisa diharapkan sebuah proses bisnis yang optimal, sehingga peran support process yakni mendukung serta meningkatkan proses bisnis utama sehingga sebuah proses bisnis dapat berjalan dengan optimal. Pada lini support process terdapat maintenance management. Dalam hal ini peran manajemen pemeliharaan adalah sebagai support.

Gambar model bisnis dari CIMOSA dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Model Bisnis CIMOSA (Soebroto, 2008)

Maintenance management pada perusahaan umumnya hanya berhenti pada proses pencatatan kerusakan parts atau mesin saja. Sedangkan pada aktivitas *maintenance* perusahaan umumnya melakukan *breakdown maintenance* yakni pemeliharaan hanya dilakukan ketika terjadi kerusakan saja. Hal ini mengakibatkan biaya pemeliharaan yang tinggi serta kerugian di bidang produksi pada perusahaan manufaktur. *Maintenance* meskipun merupakan kegiatan *supportive* namun dapat memberikan dampak biaya yang cukup signifikan pada sebuah perusahaan.

Penelitian-penelitian terdahulu memberikan gambaran bahwa *maintenance* yang tepat dapat memberikan dampak yang positif terhadap perusahaan. Dampak-dampak yang didapat antara lain yakni peningkatan pada *life time* komponen, *annual spareparts saving*, *reliability* komponen, dan *overall equipment effectiveness* (OEE). Selain itu juga memberikan dampak penurunan pada *maintenance cost*, *downtime*, dan *overall risk*. Dampak positif yang paling terlihat yakni adanya penghematan biaya yang dialami oleh pihak perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun *maintenance management* berada pada area support process namun juga menyokong perusahaan dan memberikan dampak yang besar apabila dilakukan dengan tepat.

Pada objek amatan penelitian yakni PT. Trias Sentosa,

pencatatan terjadinya aktivitas maintenance sudah dilakukan. Selain pencatatan aktivitas maintenance, PT. Trias Sentosa sudah melakukan beberapa tipe maintenance diantaranya yakni corrective maintenance atau breakdown maintenance serta tipe preventive maintenance. Corrective maintenance dilakukan ketika parts atau mesin terjadi kerusakan. Preventive maintenance dilakukan dengan memeriksa gejala-gejala kerusakan kemudian dilakukan pencatatan untuk dilakukan aktivitas maintenance secara terjadwal di kemudian hari. Selain menerapkan ketiga tipe maintenance diatas PT Trias Sentosa juga menerapkan pemeliharaan berupa modifikasi komponen. Tujuan dilakukannya modifikasi komponen yakni agar desain hasil modifikasi dapat memberikan improvement dalam performa mesin serta memberikan ketahanan yang lebih sehingga umur komponen lebih panjang. Aktivitas *maintenance* berupa modifikasi komponen yang sudah dilakukan oleh PT Trias Sentosa memiliki beberapa dampak negatif, diantaranya yakni perlunya waktu untuk *redesign* komponen sehingga *opportunity cost* yang hilang dapat meningkat apabila tidak segera dilakukan. Selain itu adanya peluang mereduksi keandalan mesin dikarenakan komponen *redesign* belum tentu sesuai dengan fungsi awal dari mesin tersebut. PT Trias Sentosa belum menerapkan *preventive maintenance* dengan dasar perhitungan keandalan, sehingga hal inilah yang menjadi acuan dasar dari penelitian ini

PT Trias Sentosa memiliki 6 lini produksi untuk melakukan bisnis flexible packaging films. Dari 6 lini produksi yang ada, 4 diantaranya digunakan untuk memproduksi Biaxially Oriented Polypropylene (BOPP) dan 2 lini lainnya digunakan untuk memproduksi Biaxially Oriented Polyester (BOPET). Mesin-mesin yang digunakan pada produksi BOPP dan BOPET merupakan mesin-mesin yang sama sehingga memiliki sifat yang sama, perbedaannya hanya pada merk mesin yang digunakan. Objek ini penelitian yakni Machine Direct Order (MDO) pada Lini Produksi BOPP 6 sehingga dapat diketahui interval perawatan dan perbaikan yang optimal serta dampak pemeliharaan sesudah dan sebelum diberlakukannya jadwal yang optimal serta dapat diketahui berapa besar perbedaan biaya dalam segi *opportunity cost* yang dapat dilakukan perusahaan dibandingkan dengan maintenance management yang sudah dilakukan oleh pihak PT Trias Sentosa.

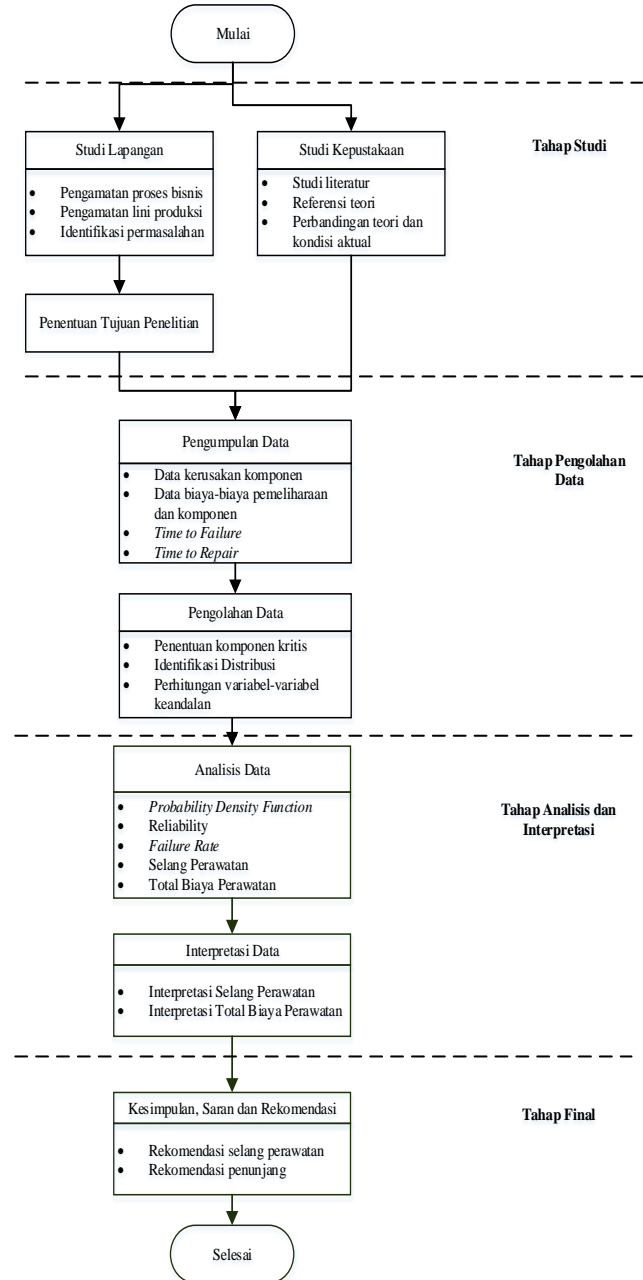
Rumusan masalah yang akan dibahas adalah perencanaan perawatan lini produksi agar kontinuitas produksi dapat berjalan lancar dan cara penurunan *opportunity cost* pada lini produksi yang ada.

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini antara lain :

1. Merencanakan perencanaan perawatan mesin yang lebih sistematis untuk mengurangi kerusakan
2. Menurunkan biaya perawatan dengan cara :
 - Memaksimalkan nilai keandalan setelah repair atau penggantian.
 - Menentukan aktivitas maintenance yang tepat dan efisien.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian :



Gambar 2 Alur Metodologi Penelitian

III. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

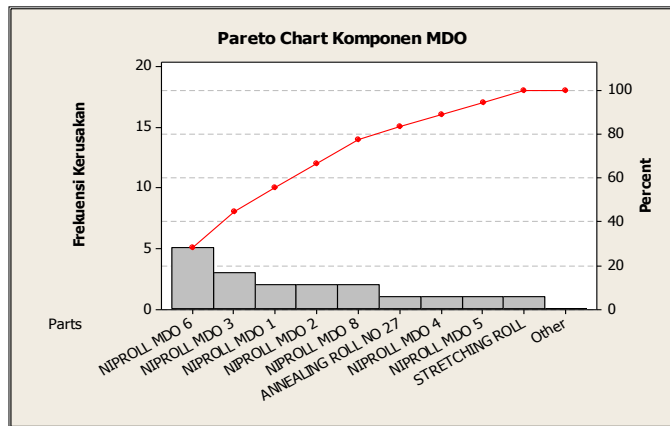
A. Penentuan Komponen Kritis

Data-data yang digunakan yakni data kerusakan komponen. Berikut merupakan data kerusakan pada Machine Direct Order (MDO) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Kerusakan Komponen

Parts	Frekuensi
Niproll MDO 6	5
Niproll MDO 3	3
Niproll MDO 1	2
Niproll MDO 2	2
Niproll MDO 8	2
Stretching ROLL	1
Niproll MDO 4	1
Niproll MDO 5	1
Annealing Roll No 27	1
Niproll MDO 7	0

Berdasarkan data kerusakan komponen maka dilakukan penentuan komponen kriti dengan bantuan Pareto Chart. Pareto Chart komponen kritis daapt dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 3 Pareto Chart Komponen MDO

Berdasarkan pengelompokan komponen kritis, data *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR) dari komponen kritis MDO dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini.

Tabel 2 TTF Komponen Kritis

Time to Failure				
Nip Roll MDO No 1	Nip Roll MDO No 2	Nip Roll MDO No 3	Nip Roll MDO No 6	Nip Roll MDO No 8
2208	3096	3168	7226	13824
3888	9386,5	2616	712,5	4944
		11739	1039	
			7768,5	
			6720	

Tabel 3 TTR Komponen Kritis

Time to Repair				
Nip Roll MDO No 1	Nip Roll MDO No 2	Nip Roll MDO No 3	Nip Roll MDO No 6	Nip Roll MDO No 8
0,03	0,05	0,07	0,13	0,2
0,12	0,18	0,1	0,15	0,27
		0,25	0,17	
			0,22	
			0,3	

B. Opportunity Cost

Data berikutnya yakni *opportunity cost*. Nilai *opportunity cost* diambil dari konversi *revenue* yakni *net sales* tahun 2014 pada *annual report* tahun 2015 dalam satuan jam. Berikut merupakan perhitungan dari konversi *opportunity cost* (OC) terkait.

$$OC = Rp22.507.884.797.367 / (365 * 24jam) \quad (1)$$

$$OC = Rp286.288.218,88/jam \quad (2)$$

C. Fitting Distribution

Data-data kerusakan dan data-data perbaikan dilakukan *fitting dsitribution* dibantu dengan *software Weibull ++6*. Berikut merupakan rekapitulasi *fitting dsitribution* serta parameter dari masing-masing distribusi yang terpilih.

Tabel 4 Fitting Distribution dan Parameter Distribusi

Komponen	Distribusi dan Parameter TTF		
	Distribusi	Beta	Eta
NIPROLL MDO 6	Weibull 2	0,9686	5122,4889
NIPROLL MDO 3	Weibull 2	1,3363	6481,2762
Komponen	Distribusi dan Parameter TTR		
	Distribusi	Beta	Eta
NIPROLL MDO 6	Weibull 2	0,9824	2,4758
NIPROLL MDO 3	Weibull 2	1,2761	7,5156

D. MTTF dan MTTR

Nilai MTTF dan MTTR dihitung berdasarkan formulasi dari distribusi hasil *fitting* dan dengan parameter TTF yang sudah terhitung.

.Distribusi Weibull 2,

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma \left(\frac{1}{m} + 1 \right) \quad (3)$$

$$(4)$$

Rekapitulasi nilai MTTF dan MTTR dari 2 komponen kritis MDO dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5 MTTF Komponen Kritis

No	Komponen	MTTF	MTTR
1	Niproll 6	5195	3
2	Niproll 3	5954	7

E. Penjadwalan Preventive Maintenance

Penjadwalan yang digunakan sesuai dengan algoritma Penjadwalan Sederhana *Preventive Maintenance*. Penjadwalan menggunakan acuan nilai MTTF dan MTTR komponen kritis berhenti pada 2 tahun (2×8760 jam). Proses pengerjaan *preventive maintenance* dan tabel *remaining MTTF* dapat dilihat pada Lampiran 1. Jadwal yang dihasilkan dari langkah pengerjaan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 2.

F. Perbandingan Availability

Perbandingan yang dilakukan yakni antara *milestone MTTF* dan MTTR jadwal rekomendasi dengan jadwal eksisting. Berdasarkan perbandingan yang dilakukan, jadwal yang direkomendasikan memiliki dampak pada *opportunity cost* lebih besar daripada jadwal eksisting (*maintenance* rutin setiap 4 bulan). Hal ini dikarenakan nilai MTTR dari hasil perhitungan yang lebih besar daripada *time to repair* dari jadwal rutin. Oleh karena itu jadwal yang direkomendasikan akan memiliki nilai *opportunity cost* paling minimum apabila dilakukan dengan *time to repair* jadwal rutin. Tabel perbandingan *availability* dapat dilihat pada Lampiran 3.

G. Penjadwalan Maintenance Skenario Terbaru

Penjadwalan skenario terbaru yang dimaksudkan adalah penggunaan MTTR jadwal rutin sebagai langkah integrasi antara jadwal rekomendasi dengan jadwal rutin ke dalam proses pengerjaan penjadwalan *preventive maintenance*. Dari hasil penjadwalan terbaru inilah memberikan dampak *opportunity cost* lebih kecil dibandingkan jadwal *maintenance* rekomendasi awal. Jadwal *maintenance* terbaru dapat dilihat pada Lampiran 4.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan pemaparan penelitian ini berikut merupakan beberapa kesimpulan dan saran yang diambil :

1. Jadwal terbaru memberikan nilai *opportunity cost* paling kecil sehingga jadwal inilah yang akan direkomendasikan sebagai acuan jadwal *maintenance* pada pihak PT Trias Sentosa.
2. Komponen kritis yang dipilih hanya akan menyelesaikan 77,78% permasalahan pada *Machine Direct Order* (MDO), namun komponen yang diolah untuk penjadwalan *maintenance* hanyalah Nip Roll 6 dan Nip Roll 3. Hal ini disebabkan jumlah data kerusakan pada komponen kritis lainnya tidak mencukupi untuk dilakukan *fitting distribution* sehingga apabila tetap dilakukan maka akan memberikan hasil distribusi yang

kurang tepat.

3. Adanya peluang pengembangan penelitian dikarenakan penelitian ini belum mempertimbangkan penjadwalan yang optimal untuk mendukung target produksi.
4. Metode ini berbasis *event occurrence*, dengan melakukan iterasi pengerjaan setiap 1 tahun sekali maka jadwal *maintenance* akan lebih terbaharui dan semakin tepat dikarenakan semakin banyaknya data kerusakan yang diambil sehingga representasi distribusi kerusakan dapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dhillon, B. S. & Reiche, H., 1985. Reliability and Maintainability Management. New York: Van Nostrand Reinhold Compsny Inc..
- [2] Groover, M. P., 2001. Automation, Production System, and Computer-Integrated Manufacturing. 2nd ed. s.l.:Upper Sadle River: Prentice Hall.
- [3] Lewis, E. E., 1987. Introduction to Reliability Engineering. Canada: John & Wiley Sons.
- [4] Montgomery, D. C., 2009. Introduction to Statistical Quality Control. 6th ed. Jefferson: John Wiley & Sons, Inc.
- [5] Moubray, J., 1997. Reliability-Centred Maintenance. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- [6] Prasetyawan, Y., 2011. Penjadwalan Pemeliharaan Sederhana Berdasarkan Prinsip Preventive Maintenance. Surabaya, Fakultas Teknologi Industri - ITS.
- [7] Soebroto, W., 2008. Presentation Pengantar Teknik Industri.pdf, Surabaya: s.n.
- [8] Tarigan, P., Ginting, E. & Siregar, I., 2013. Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance dengan Modularity Design pada PT. RXZ. e-Jurnal Teknik Industri FT USU, III(3), pp. 35-39.

Lampiran 1 Proses Pengerjaan Preventive Maintenance Konvensional

Mesin	1			2			3			4			5			6		
	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair	Start	Stop	Repair
Nip Roll 6	0	5195	3	5198	5958		5965	10400	3	10403	11923		11930	15605	3	15608	17888	
Nip Roll 3	0	5195		5198	5958	7	5965	10400		10403	11923	7	11930	15605		15608	17888	7
Mesin	1			2			3			4			5			6		
	Remaining MTTF			Remaining MTTF			Remaining MTTF			Remaining MTTF			Remaining MTTF			Remaining MTTF		
Nip Roll 6	5195			5195			4435			5195			3675			5195		
Nip Roll 3	5955			760			5955			1520			5955			2280		

Lampiran 2 Jadwal Rekomendasi Penjadwalan Awal

Schedule	Repair	Duration	Finish	Day	Month	Date	Hour	Nip Roll 6	Nip Roll 3
1	5195	3	5198	217	Maret	5	13	v	-
2	5958	7	5965	249	April	6	18	-	v
3	10400	3	10403	434	Oktober	8	16	v	-
4	11923	7	11930	497	Desember	10	5	-	v
5	15605	3	15608	651	Mei	13	19	v	-
6	17888	7	17895	746	Agustus	16	16	-	v
Total Repair (Hour)			30	Asumsi : Jika diimplementasikan sejak awal Agustus 2016					
Opportunity Lost per hour			Rp 286.288.218,88						
Total Opportunity Lost			Rp 8.588.646.566,40						

Lampiran 3 Perbandingan Dampak Availability Terhadap Opportunity Cost

SESUDAH (Maintenance sesuai MTTF) #MTTR Perhitungan						
No	Mesin	MTTF	MTTR	Availability	Unavailability	Opportunity Cost
1	Nip Roll 6	5195	3	99,97%	0,03%	Rp 74.758,64
2	Nip Roll 3	5955	7	99,97%	0,04%	Rp 99.831,50
TOTAL Opportunity Cost						Rp 174.590,14
SEBELUM (Maintenance 4 bulan sekali) #TTR Eksisting						
No	Mesin	MTTF	TTR	Availability	Unavailability	Opportunity Cost
1	Nip Roll 6	2920	1	99,97%	0,03%	Rp 98.010,35
2	Nip Roll 3	2920	1	99,97%	0,03%	Rp 98.010,35
TOTAL Opportunity Cost						Rp 196.020,70
SESUDAH (Maintenance sesuai MTTF) #TTR perawatan eksisting						
No	Mesin	MTTF	MTTR	Availability	Unavailability	Opportunity Lost
1	Nip Roll 6	5195	1	99,981%	0,019%	Rp 55.097,81
2	Nip Roll 3	5955	1	99,983%	0,017%	Rp 48.067,20
TOTAL Opportunity Cost						Rp 103.165,01

c

Lampiran 4 Rekomendasi Jadwal Perbaikan Terbaru

Schedule	Repair	Duration	Finish	Day	Month	Date	Hour	Nip Roll 6	Nip Roll 3
1	5195	1	5196	217	Maret	5	13	v	-
2	5956	1	5957	249	April	6	20	-	v
3	10392	1	10393	433	Oktober	7	0	v	-
4	11913	1	11914	497	Desember	10	15	-	v
5	15589	1	15590	650	Mei	12	11	v	-
6	17870	1	17871	745	Agustus	15	10	-	v
Total Repair (Hour)			6	Asumsi : Jika diimplementasikan sejak awal Agustus 2016					
Opportunity Lost per hour			Rp 286.288.218,88						
Total Opportunity Lost			Rp 1.717.729.313,28						